



**Universidad Nacional Autónoma de México**  
**Facultad de Estudios Superiores Iztacala**



**DISTRIBUCIÓN DE LA ABUNDANCIA DE  
HIDROMEDUSAS (Cnidaria: Hydrozoa) DE LAS  
SUBCLASES LIMNOMEDUSAE, NARCOMEDUSAE Y  
TRACHYMEDUSAE EN LA LAGUNA DE TAMIAHUA,  
VERACRUZ**

**TESIS**

**Que para obtener el título de:**

**BIÓLOGA**

**P R E S E N T A**

**Martha Lidia Main Rosas**

**Director:**

**Dr. José Alberto Ocaña Luna**

**Los Reyes Iztacala, Estado de México, septiembre de 2013.**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

**“Si se puede soñar... se puede lograr”**

**Walt Disney**

## AGRADECIMIENTOS

*Al Dr. José Alberto Ocaña Luna, director de tesis y a la Dra. Marina Sánchez Ramírez, sinodal de la misma, por sus enseñanzas, disposición y tiempo que me brindaron para realizar este trabajo en la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas del Instituto Politécnico Nacional.*

*Al Biól. José Luis Tello Musi y Biól. José Antonio Martínez Pérez por ser mis maestros y amigos, gracias por su confianza e invaluable apoyo.*

*A la Biól. Asela del Carmen Rodríguez Varela por compartirme sus conocimientos y experiencias, gracias por sus consejos.*

*A todos ellos gracias por conformar el jurado para la revisión de este trabajo, por el gran apoyo y la motivación que me brindaron para la culminación de esta etapa y por saber transmitir esa satisfacción y alegría de ser biólogos.*

*A la Secretaría de Investigación y Posgrado (SIP) del IPN por el financiamiento del proyecto de investigación "Invasión de la medusa australiana *Phyllorhiza punctata* (Cnidaria: Scyphozoa) en el sur del Golfo de México: Laguna de Tamiahua, Laguna de Mandinga y Sistema Arrecifal Veracruzano" con claves SIP-20110263 y SIP-20121555A, del cual forma parte esta tesis.*

*A la Facultad de Estudios Superiores Iztacala como parte de la Universidad Nacional Autónoma de México por acogerme en sus instalaciones y brindarme los mejores recursos y herramientas para mi formación académica. Es un orgullo ser Universitaria.*

## DEDICATORIA

*A Dios y a La Vida por darme todo lo necesario para ir hacia adelante: salud, fortaleza, sabiduría, aptitud, capacidades, valores, oportunidades y a la mejor familia del mundo. Gracias por permitirme ser una persona muy afortunada.*

*A mi Familia que me regala su amor y su cariño de manera incondicional y a quienes amo.*

*A mi madre Martha Rosas, un profundo agradecimiento a ti mamá por participar a cada detalle en la construcción de mi proyecto de vida, porque siempre me has apoyado y has creído en mí. Gracias por tu ejemplo de lucha y esfuerzo, eres una madre maravillosa y la mejor persona del mundo. Te Amo.*

*A mi hermano Francisco Main, por tus motivaciones y buen sentido del humor que muchas veces me liberaron de las presiones y el estrés, gracias por ser mi hermano y compartir tantos momentos alegres juntos, por estar siempre conmigo. Eres un gran hombre y una persona muy inteligente y capaz, siempre ve por lo que quieras. Te Amo.*

*A mi padre Carlos Main por su ayuda.*

*A la familia Rosas Nava por su cariño y aliento en diferentes etapas de mi vida, gracias por estar allí y por formar parte de mi vida, en especial a mi tía Gelita y a mi tía Chabe. Gracias a mi tío Javier Caballero, por tu apoyo incondicional.*

*A Jorge Fernández, por todo el ánimo que me brindaste y por tu compañía en esos días para concluir este proyecto. Te quiero flaquito.*

*A mis amigos incondicionales Ari, Luz, Josy, Mary, Jony, Mau, Armando y Mich, por su apoyo y por todos los momentos que hemos compartido a lo largo de estos cinco años, viviendo las alegrías y fortalezas de la vida como universitaria y por ser parte importante en este gran proyecto, gracias amigos por su amistad y compañía, los quiero.*

*A Gaby, Sandra, Ivonne, Sonia, Magali y Enrique por su compañerismo y amistad en el laboratorio.*

*Y a todas esas personas que se han presentado en mi vida y me han brindado el apoyo que necesitaba... muchas gracias.*

## ÍNDICE

LISTA DE FIGURAS	<i>vi</i>
LISTA DE TABLAS	<i>viii</i>
RESUMEN	<i>ix</i>
INTRODUCCIÓN	1
Antecedentes	6
Objetivos	8
ÁREA DE ESTUDIO	9
MATERIALES Y MÉTODOS	13
RESULTADOS	15
Hidrología	15
Abundancia y distribución de hidromedusas	16
DISCUSIÓN	28
CONCLUSIONES	38
LITERATURA CITADA	39

## LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Área de estudio. Laguna de Tamiahua, Veracruz, México (Mapa tomado de Google Earth y modificado).	12
Figura 2. Ubicación de estaciones de muestreo en la Laguna de Tamiahua, Veracruz, México (2011) (Mapa tomado de Google Earth y modificado).	14
Figura 3. Temperatura promedio (°C) del agua superficial en la Laguna de Tamiahua, Veracruz (2011).	15
Figura 4. Salinidad del agua superficial en la Laguna de Tamiahua, Veracruz (2011).	16
Figura 5. Abundancia y distribución de <i>Gossea brachymera</i> en la Laguna de Tamiahua, Veracruz, en mayo (A) y agosto (B) 2011.	20
Figura 6. Abundancia y distribución de <i>Gossea brachymera</i> (A) y <i>Cunina octonaria</i> (B) en la Laguna de Tamiahua, Veracruz, en noviembre 2011.	21
Figura 7. Abundancia y distribución de <i>Geryonia proboscidalis</i> en la Laguna de Tamiahua, Veracruz, en agosto 2011.	22
Figura 8. Abundancia y distribución de <i>Liriope tetraphylla</i> en la Laguna de Tamiahua, Veracruz, en febrero (A) y mayo (B) 2011.	24
Figura 9. Abundancia y distribución de <i>Liriope tetraphylla</i> en la Laguna de Tamiahua, Veracruz, en agosto (A) y septiembre (B) 2011.	25

Figura 10. Abundancia y distribución de <i>Aglaura hemistoma</i> en la Laguna de Tamiahua, Veracruz, en febrero (A) y mayo (B) 2011.	26
Figura 11. Abundancia y distribución de <i>Aglaura hemistoma</i> en la Laguna de Tamiahua, Veracruz, en noviembre 2011.	27
Figura 12. Precipitación total mensual (mm) registrada para las estaciones de Tampico, Tamaulipas y Tuxpan, Veracruz (García, 1973).	28
Figura 13. Temperatura ambiente media mensual (°C) registrada para las estaciones de Tampico, Tamaulipas y Tuxpan, Veracruz (García, 1973).	29

## LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Coordenadas geográficas de las estaciones de muestreo. Laguna de Tamiahua, Veracruz (2011).	14
Tabla 2. Listado taxonómico de las hidromedusas recolectadas en la Laguna de Tamiahua, Veracruz, durante el ciclo anual 2011, basado en la clasificación de Bouillon y Boero (2000).	17
Tabla 3. Densidad promedio mensual y anual (no. org/100 m <sup>3</sup> ) de las especies de hidromedusas registradas en la Laguna de Tamiahua, Veracruz (2011).	18
Tabla 4. Intervalos de temperatura (°C) del agua superficial en los que fueron registradas las especies de hidromedusas en la Laguna de Tamiahua, Veracruz (2011).	19
Tabla 5. Intervalos de salinidad del agua superficial en los que fueron registradas las especies de hidromedusas en la Laguna de Tamiahua, Veracruz (2011).	19
Tabla 6. Registros de <i>Liriope tetraphylla</i> , densidades (no. org/100 m <sup>3</sup> ) e intervalos de temperatura (°C) y salinidad del agua donde fue recolectada la especie.	34
Tabla 7. Registros de <i>Aglaura hemistoma</i> , densidades (no. org/100 m <sup>3</sup> ) e intervalos de temperatura (°C) y salinidad del agua donde fue recolectada la especie.	37

## RESUMEN

Algunas especies de hidromedusas suelen presentar grandes proliferaciones influenciadas por aspectos biológicos y de comportamiento de los organismos así como por el marco geográfico y el medio físico del cuerpo de agua, de los cuales también depende su distribución. En el presente trabajo se analizó la abundancia y distribución de las especies de hidromedusas de las Subclases Limnomedusae, Narcomedusae y Trachymedusae en la Laguna Tamiahua, Veracruz, durante un ciclo anual (2011). Esta laguna es la tercera más grande de México con una superficie de 750 km<sup>2</sup> y es considerada un Sitio Ramsar. El análisis se llevó a cabo a partir de muestras de zooplancton recolectadas en los meses de febrero, mayo, agosto y noviembre en 22 estaciones ubicadas en la laguna, mediante arrastres superficiales, con una red de zooplancton cónica con boca de 50 cm de diámetro, 2 m de longitud de manga y apertura de malla de 500 µm, a la cual se le colocó un flujómetro General Oceanics, posteriormente las muestras fueron fijadas en formalina al 4 % neutralizada con borato de sodio, simultáneamente se midió *in situ* la salinidad y la temperatura superficial del agua (°C) y las estaciones fueron referenciadas geográficamente con un GPS. El total de medusas fue separado de las muestras de zooplancton y las hidromedusas pertenecientes a las subclases estudiadas fueron identificadas a nivel de especie y cuantificadas, la densidad de los organismos fue calculada y se expresó como número de organismos/100 m<sup>3</sup>. La laguna durante este ciclo anual presentó un intervalo de temperatura de 15.0-31.9 °C y una salinidad de 22-31. Se determinaron cuatro familias, cinco géneros y cinco especies, todas nuevos registros para la laguna: *Gossea brachymera*, *Cunina octonaria*, *Geryonia proboscidalis*, *Liriope tetraphylla* y *Aglaura hemistoma*. La especie más abundante fue *L. tetraphylla*, representó el 99.9% del total de hidromedusas analizadas, se distribuyó en toda la laguna y en todo el intervalo de temperatura y salinidad registrado, lo cual puede deberse a que es una especie eurihalina y euriterma, presentó una densidad promedio de 1725.0 org/100 m<sup>3</sup> y máxima de 58557 org/100 m<sup>3</sup>, la mayor registrada en México; le siguió en densidad *A. hemistoma* con una densidad promedio de 0.7 org/100 m<sup>3</sup> y máxima de 39.3 org/100 m<sup>3</sup>, cuya distribución se restringió a la región norte de la laguna. Las hidromedusas son de origen marino y su presencia en la laguna pudo verse favorecida por la apertura de la Boca de Tampachichi, de origen artificial, que provocó el ingreso de masas de agua marina que modificaron la salinidad del sistema.

## INTRODUCCIÓN

Los organismos del Phylum Cnidaria presentan un cuerpo organizado alrededor de un eje oral-aboral, conformado de una epidermis y una gastrodermis separadas por una capa gelatinosa llamada mesoglea, poseen una cavidad gastrovascular o celenterón, dicho cuerpo está rodeado de tentáculos marginales y órganos sensitivos (ocelos, estatocistos, cordilos), los tentáculos están cubiertos de cnidocitos que son células especializadas para su defensa y la captura de sus presas, hay organismos solitarios y coloniales; presentan un ciclo de vida dimórfico, con alternancia de generaciones entre una fase hidroide sésil (pólipo) y una medusoide libre-nadadora (medusa), generalmente son dioicos y con desarrollo indirecto, usualmente presentan larva plánula (Hyman, 1940).

El Subphylum Medusozoa incluye organismos que dentro de su ciclo de vida presentan estadio medusoide, las medusas tienen forma de domo, conocida como campana o umbrela, generalmente son planctónicas y con reproducción sexual, en el celenterón suelen encontrarse los canales por los que circulan los alimentos (Goy y Toulemont, 1997). Desde la perspectiva moderna el Subfilum Medusozoa está integrado por las Superclases Cubozoa, Scyphozoa, Staurozoa e Hydrozoa (Daly *et al.*, 2007).

Según Bouillon (1999), Bouillon y Boero (2000) la Superclase Hydrozoa se divide en la Clase Siphonophora y la Clase Hydroidomedusae, esta última incluye organismos conocidos como hidromedusas o medusas craspedotas debido a que tienen un velo en la apertura de la umbrela (excepto *Obelia*), además, poseen una boca simple que está conectada a la cavidad gastrovascular a través de una estructura conocida como manubrio, esta clase incluye seis Subclases: Anthomedusae, Leptomedusae, Laingiomedusae, Limnomedusae, Narcomedusae y Trachymedusae, las cuales se describen a continuación según los autores antes mencionados.

Subclase Anthomedusae: tienen forma de campana, las gónadas están confinadas al manubrio, a veces extendidas a la parte proximal de los canales radiales, puede presentar

ocelos marginales, tentáculos huecos o sólidos, los hidroides son atecados (cuerpo no cubierto por el perisarco).

Subclase Leptomedusae: tienen forma hemisférica o discoidal, las gónadas se ubican en los canales radiales, ocasionalmente se extienden en la parte proximal del manubrio, puede presentar estatocistos en el ectodermo velar, ocasionalmente cordilos u ocelos, tentáculos huecos (excepto en *Obelia*), los hidroides de esta subclase son tecados (cubiertos por el perisarco).

Subclase Laingiomedusae: tienen forma hemisférica generalmente dividida en surcos que forman un margen lobulado, presenta cuatro gónadas ubicadas en la parte proximal del manubrio y cuatro canales radiales, no presenta canal circular ni órganos sensitivos, tienen tentáculos sólidos insertados en la superficie de la umbrela (exumbrela) muy por encima del margen, alternados con bandas de cnidocitos.

Subclase Limnomedusae: presentan las gónadas en el manubrio, aunque pueden prolongarse a lo largo de los canales radiales o estar únicamente sobre los canales radiales, poseen tentáculos huecos y sin bulbos tentaculares verdaderos, de presentar órganos sensoriales son estatocistos cerrados ecto-endodermales; su desarrollo incluye larva plánula e hidroides pequeños y sésiles, que pueden ser solitarios o coloniales, con o sin tentáculos y no tienen perisarco.

Subclase Narcomedusae: son medusas con umbrela usualmente aplanada y más delgada hacia el margen, el cual está dividido en surcos o lóbulos, presenta tentáculos sólidos y sin bulbos tentaculares, pueden presentar pequeños tentáculos secundarios, manubrio muy ancho y corto, generalmente no presentan canales radiales y el canal circular puede estar o no presente, cuando está presente el canal continua formando ondulaciones por el margen exumbrelar, las gónadas están en las paredes del manubrio, los órganos sensoriales que presentan son estatocistos libres endo-ectodermales, pueden presentar estructuras con cnidocitos; en cuanto a su desarrollo, puede o no presentar estadio de hidroide.

Subclase Trachymedusae: medusas con umbrela hemisférica, en el margen tienen anillos de cnidocitos, presentan tentáculos sólidos, que pueden estar intercalados con tentáculos huecos, sin bulbos tentaculares, el manubrio puede tener o no pedúnculo, presenta canales radiales y canal circular, pueden presentar canales centripetales, sus órganos sensoriales son estatocistos abiertos o cerrados ecto-endodermales, las gónadas usualmente se encuentran en los canales radiales, tienen más de cuatro canales radiales (excepto en el género *Liriope* que tiene únicamente cuatro); presentan larva plánula verdadera aunque está ausente en algunas especies; se reproducen por desarrollo directo, es decir, sin fase de hidroide.

La importancia de las hidromedusas radica en diferentes aspectos, por ejemplo, algunas especies de hidromedusas han formado parte de estudios filogenéticos y de evolución a partir de su análisis molecular, por ejemplo en *Clytia hemisphaerica* fue encontrado un neurotransmisor que es común en el sistema nervioso de varios organismos con simetría bilateral, esto podría contribuir a conocer un ancestro común sin sistema nervioso (Denker *et al.*, 2008; Govindarajan *et al.*, 2006).

Dentro del ecosistema las hidromedusas interactúan de diversas formas, una de ellas es cuando intervienen como hospederos secundarios de endoparásitos de peces, la transmisión ocurre cuando los peces se alimentan de las hidromedusas hospederas, algunos trabajos mencionan la presencia de tremátodos en diferentes especies de hidromedusas como *Opechona pyriforme* en *Eirene lactea* señalado por Gómez del Prado *et al.* (2000) y en *Eirene tenuis* mencionado por Martell-Hernández *et al.* (2011), *Opechona* sp. y *Monascus filiformis* fueron los parásitos más frecuentes en *Eucheilota ventricularis*, *C. hemisphaerica*, *Proboscidactyla mutabilis*, *L. tetraphylla* y *Aequorea* spp. de acuerdo con Diaz-Briz *et al.* (2012).

Las hidromedusas generalmente son de tallas pequeñas, miden entre 0.24-150 mm (Segura-Puertas, 1984), por lo que suelen alimentarse de bacterias, protozoos, fitoplancton, algas e incluso restos de materia orgánica, sin embargo, se consideran esencialmente zooplanctófagas y que al ser depredadoras de microzooplancton producen un serio impacto

en la trama trófica, por lo que son parte fundamental de la misma (Gómez-Aguirre, 1991; Bouillon, 1999; Baldrich y López, 2010).

Algunas especies se alimentan de huevos y larvas de peces, otras compiten por el alimento con larvas de peces y otros organismos, afectando especies de importancia comercial (Segura-Puertas, 1984; Purcell, 1997; Purcell y Arai, 2001); por ejemplo, Alvariño (1980) menciona que *Liriope tetraphylla*, *Rhopalonema velatum* y *A. hemistoma* tienen un alto potencial como depredadores de larvas de anchoas de la especie *Engraulis mordax*, debido al tamaño y abundancia con que se presentan las medusas. Gómez-Aguirre (1991) observó a *L. tetraphylla* sujetando diversas presas con sus largos tentáculos y su extenso pedúnculo oral, por lo que la considera una activa depredadora.

Otras especies de hidromedusas representan una problemática en la salud pública, como es el caso de *L. tetraphylla* la cual al presentar grandes poblaciones ha provocado irritación y dermatitis en las personas (Mianzan *et al.*, 2000); al igual que *Rhacostoma atlantica* y *Olindias sambaquiensis* (da Costa, 2011).

La proliferación de hidromedusas está influenciada por aspectos biológicos y de comportamiento de los mismos organismos, así como por el marco geográfico y el medio físico en el que se encuentren, además las interacciones entre estos aspectos biológicos y los parámetros físicos del agua son importantes en las variaciones poblacionales, al respecto se han identificado gradientes físicos que pueden ser percibidos por los organismos como temperatura, salinidad, luz, presión y turbulencia según Graham *et al.* (2001), por ejemplo, Mills (2001) menciona que el número de organismos suele variar estacionalmente debido a pulsos naturales de los ciclos de vida; por otro lado Alvariño (1969) registró que las principales concentraciones de los organismos planctónicos, entre ellos hidromedusas, se presentan en las inmediaciones de islas, debido a que las islas contribuyen en la formación de remolinos y afloramientos de aguas profundas y en las zonas costeras, en donde se presentan corrientes y escurrimientos fluviales que aportan nutrientes al sistema.

La distribución de las especies de hidromedusas en ocasiones está relacionada con el patrón de circulación local y la disponibilidad del alimento (Loman-Ramos *et al.*, 2007). La interacción de las medusas con el ambiente interviene en su distribución irregular por el medio marino; la dispersión de grandes agregaciones de zooplancton gelatinoso puede ser atribuida a procesos físicos y gradientes en el mar (Graham *et al.*, 2001). La distribución vertical de los organismos está influenciada por la profundidad de la termoclina y la capa de mínimo oxígeno, se ha registrado que especies como *A. hemistoma* y *L. tetraphylla* están presentes por debajo de la capa de mínimo oxígeno y tienen una amplia distribución batimétrica, hasta los 150-180 m de profundidad (Palma y Apablaza, 2004). Ogbeibu y Oribhabor (2011) mencionan que el oxígeno disuelto, pH y la profundidad de la columna de agua son algunos factores ambientales que afectan la distribución de hidromedusas.

Las investigaciones sobre hidromedusas son utilizadas para establecer su papel como indicadores de masas de agua de ciertas regiones y de eventos oceanográficos, como El Niño, La Niña y procesos de surgencia tal es el caso de los trabajos de Raskoff (2001), Benovic *et al.* (2004), Baldrich y López (2010); debido a que estos eventos modifican la distribución de especies de hidromedusas a través de cambios en el ambiente físico (Suárez- Morales *et al.*, 2002).

Las introducciones de especies no nativas de hidromedusas, tal como sucede con el agua de lastre, perturban el ecosistema y pueden conducir a incrementos en sus poblaciones que interfieran en actividades como el turismo y la pesca, sin embargo, hay actividades humanas que contribuyen con el incremento de estas poblaciones en las zonas costeras, relacionadas con la eutrofización, turbidez e hipoxia del agua, cambio climático y efluentes de las plantas termoeléctricas (Purcell *et al.*, 2007).

## Antecedentes

Dentro de los registros previos de hidromedusas de las Subclases Limnomedusae, Narcomedusae y Trachymedusae se tienen para el Pacífico Mexicano una Narcomedusae *Cunina octonaria* y una Trachymedusae *L. tetraphylla* recolectados por Gómez-Aguirre (1991) en esteros y lagunas de la planicie costera del noroeste de México (Sonora, Sinaloa y Nayarit).

Alvariño (1999) registró 21 especies de hidromedusas en aguas de California (Estados Unidos) y Baja California (México) las más abundantes y frecuentes fueron las Trachymedusae *L. tetraphylla*, *A. hemistoma*, *R. velatum* y las Narcomedusae *Aegina citrea* y *Leucartiara zaca*.

Segura-Puertas *et al.* (2010) en un estudio realizado en la plataforma continental central del Pacífico Mexicano registraron como las especies más abundantes a *A. hemistoma* y *Solmundella bitentaculata* para la región externa de la plataforma y a *A. hemistoma* y *L. tetraphylla* para la región interna.

Se han realizado estudios de hidromedusas en el Golfo de México como los de Suárez-Morales *et al.* (2002) quienes registraron las hidromedusas de la Subclase Narcomedusae *S. bitentaculata*, *C. octonaria* y *Pegantha triloba* y de la Subclase Trachymedusae *L. tetraphylla* y *R. velatum*.

Loman-Ramos *et al.* (2007) recolectaron del sur del Golfo de México, incluyendo zona nerítica y oceánica, las siguientes hidromedusas: de la Subclase Limnomedusae a *Proboscydactila ornata*; de la Subclase Narcomedusae *C. octonaria*, *S. bitentaculata*, *P. triloba*, *Cunina globosa* y *Pegantha martagon* y para la Subclase Trachymedusae *L. tetraphylla*, *A. hemistoma*, *Geryonia proboscidalis* y *Aglantha elata*.

Segura-Puertas *et al.* (2009) hicieron una recopilación en la que mencionan 98 especies de hidromedusas para el Golfo de México, de las cuales 72 están presentes en mares

mexicanos, de estas últimas pertenecientes a la Subclase Limnomedusae se registró a *Gossea brachymera*; de la Subclase Narcomedusae *Aeigina grimaldii*, *A. citrea*, *S. bitentaculata*, *Cunina duplicata*, *Cunina fowleri*, *C. globosa*, *C. octonaria*, *Cunina peregrina*, *Solmissus incisa*, *Pegantha martagon* y *P. triloba* y de la Subclase Trachymedusae *G. proboscydalis*, *L. tetraphylla*, *Halicreas minimum*, *Haliscera bigelowi*, *A. elata*, *A. hemistoma*, *Colobonema sericeum*, *Crossota rufobrunnea*, *Pantachogon haeckeli*, *Persa incolorata*, *Rhopalonema funerarium*, *R. velatum* y *Sminthea eurygaster*.

Otras investigaciones de hidromedusas en México son en lagunas costeras presentes en el Golfo de México como las de Gómez-Aguirre (1977) que registró para la Laguna de Alvarado, Veracruz, una antomedusa y dos leptomedusas y para la Laguna de Términos, Campeche, tres leptomedusas y una traquimedusa (*L. tetraphylla*); para esta última laguna Canudas-González (1979) registra tres especies de hidromedusas entre ellas a *L. tetraphylla*.

Segura-Puertas y Damas-Romero (1997) analizaron la composición y abundancia de la comunidad de medusas en la Laguna Bojórquez, Cancún, en la cual registraron a 17 especies de hidromedusas entre ellas *Cubaia aphrodite*, *Vallentinia gabriellae* y *Olindias tenuis* pertenecientes a la Subclase Limnomedusae y *A. hemistoma* de la Subclase Trachymedusae.

Mendoza-Becerril *et al.* (2009) realizaron el primer registro de una especie de hidromedusa y ampliaron el límite de distribución de otras ocho especies pertenecientes a las Subclases Anthomedusae y Leptomedusae, recolectadas al sur de la Laguna Madre, Tamaulipas.

En relación a la diversidad de hidromedusas en la Laguna de Tamiahua hay dos trabajos: el primero de Signoret-Poillon (1969 a) señala a las especies *Blackfordia virginica* y *Bougainvillia niobe* y el segundo de Gómez-Aguirre (1977) registra a *Blackfordia*, *Bougainvillia* y *Obelia* sp, todas pertenecientes a las Subclases Anthomedusae y Leptomedusae. En otro trabajo Signoret-Poillon (1969 b) señala la distribución y abundancia de *B. niobe* dentro de la laguna. Debido a la escasez de trabajos en esta laguna y

a los cambios hidrológicos que ha sufrido el sistema, el presente trabajo pretende contribuir al conocimiento de las medusas que habitan en ella.

## **Objetivos**

### **General**

- ✓ Analizar la abundancia y distribución de las especies de hidromedusas de las Subclases Limnomedusae, Narcomedusae y Trachymedusae y su relación con los parámetros fisicoquímicos en la Laguna de Tamiahua, Veracruz, durante un ciclo anual (2011).

### **Particulares**

- ✓ Analizar la variación de la salinidad y temperatura en la laguna
- ✓ Determinar taxonómicamente las hidromedusas de las Subclases Limnomedusae, Narcomedusae y Trachymedusae a nivel específico
- ✓ Analizar la abundancia y distribución de las especies de hidromedusas
- ✓ Relacionar la abundancia de las especies de hidromedusas con los parámetros fisicoquímicos (temperatura y salinidad del agua superficial) de la laguna

## ÁREA DE ESTUDIO

La Laguna de Tamiahua se localiza en el litoral occidental del Golfo de México entre los 21° 06' y 22° 05' Latitud Norte y los 97° 22' y 97° 46' Longitud Oeste, con una orientación NNW a SSE, paralela a la línea de costa, entre los ríos Pánuco al norte y Tuxpan al sur, con los que se comunica por sus canales Chijol y Tampamachoco, respectivamente (Fig. 1).

La laguna tiene una superficie aproximada de 750 km<sup>2</sup>, con 85 km de longitud y 20 km de anchura máxima, es la tercera laguna más grande de México; su profundidad media es de 2.2 m, en su interior se encuentran varias islas, tres son las más grandes: al norte la Isla Juan A. Ramírez, hacia al centro la Isla del Toro situada cerca de la porción más ancha de la laguna y hacia el sur se ubica la Isla del Ídolo, entre esta última y el margen continental se encuentra una zona con profundidad de 5.1 m que es la mayor profundidad registrada en la laguna (Cruz, 1968). Presenta dos bocas, al norte del sistema la Boca de Tampachichi, boca artificial abierta en 1978, de 200 m de ancho requiere ser dragada regularmente para mantenerla abierta y al sur la Boca de Corazones, boca natural permanentemente abierta; a partir de noviembre del año 2005 es considerado un Sitio Ramsar (No. 1596), un humedal de importancia internacional (Gordillo y Cruz, 2005). El lado sur de este ecosistema se localiza dentro de la "faja de oro", conocida así por los importantes mantos petrolíferos presentes en el subsuelo (Rodríguez y Palacio, 1996); además, en la laguna convergen dos provincias oceánicas, la Provincia Caroliniana al norte y la Provincia Caribeña al sur, la primera está expuesta a corrientes de agua cálida y se caracteriza por la presencia de especies tropicales, la segunda presenta especies de clima templado-cálido (Briggs, 1995).

La laguna está separada del Golfo de México por una barrera arenosa de forma angular denominada Cabo Rojo cuya longitud máxima es de 130 km, anchura máxima de 6 km y mínima de 500 m, misma que se originó a partir de un arrecife sepultado bajo la misma, y que podría ser sucesora de una barrera antigua representada actualmente por parte de las islas Juan A. Ramírez y del Toro; los sedimentos predominantes son limos y arcillas, excepto para el sotavento de la barrera, en donde existen arenas; a la laguna desembocan varios ríos

la mayoría de flujo estacional formando esteros entre los que sobresalen La Laja, Cucharas, Tancochin y Tampache (Ayala-Castañares *et al.*, 1969).

Se puede decir que la laguna es un depósito constante de agua de tipo estuárico polihalino que temporalmente es influenciada por el influjo de aguas neríticas y por los aportes de aguas continentales, en la época de lluvias el flujo de agua de los ríos se extiende sobre la laguna, las aguas que provienen del Río Pánuco arriban a la laguna a través del canal de Chijol y se desplazan con una dirección paralela a la costa oriental de la laguna, las aguas de invasión nerítica son más frías que las propias de la laguna, excepto en el periodo invernal durante el cual las aguas de la laguna reciben fuertes heladas; la Laguna de Tamiahua es un cuerpo de agua sujeto a constantes accidentes meteorológicos: ciclones, huracanes y heladas por vientos del norte (Villalobos *et al.*, 1976).

Estos fenómenos meteorológicos traen como consecuencia el cierre y apertura de bocas, que también han sido abiertas y dragadas de manera artificial, esta dinámica ocasiona cambios hidrológicos en el sistema, modificando el patrón de circulación, la salinidad, la transparencia, el fondo y el sistema de mareas de la laguna; para ello también contribuyen los dragados de la industria petrolera que además alteran los niveles de calidad del agua y del fondo, todo esto repercute en la presencia, abundancia y sobrevivencia de los organismos (Rodríguez y Palacio, 1996).

El clima es del tipo Aw2 (e), que corresponde a cálido subhúmedo, con temperatura media anual entre 22-26 °C (García, 1973); es lluvioso en verano y seco en invierno, modificado por las frecuentes tormentas o “nortes” que se presentan con fuertes vientos, durante el verano prevalecen vientos del este, por lo general la evaporación es moderada; como parte de su vegetación circundante sobresalen los manglares ampliamente distribuidos, formados por mangle rojo (*Rizophora mangle*), mangle negro (*Avicennia germinans*), mangle blanco (*Laguncularia racemosa*) y mangle botoncillo (*Conocarpus erectus*), además de palmeras, selva mediana y una vegetación pionera a lo largo de las playas (Ayala-Castañares *et al.*, 1969).

Alrededor de 112 especies de peces utilizan la laguna como zona de crecimiento o para completar su ciclo de vida (Franco-López y Chavez-López, 1992), debido a que la laguna proporciona protección y alimento, principalmente para algunas especies de peces estuarinas con importancia económica y para el ostión que es uno de los componentes más importantes de la comunidad del bentos en la laguna (Villalobos *et al.*, 1976).



Figura 1. Área de estudio. Laguna de Tamiahua, Veracruz, México (Mapa tomado de Google Earth y modificado).

## MATERIALES Y MÉTODOS

En la Laguna de Tamiahua se realizaron muestreos de zooplancton durante los meses de febrero, mayo, agosto y noviembre del año 2011, que representan un ciclo anual, en 22 estaciones distribuidas de la siguiente forma: 10 en la región Norte desde Tampico Alto hasta el Canal de Burros al sur de la Isla Juan A. Ramírez, cinco en la región central desde la Isla del Toro hacia el Estero Cucharas y siete en la Región Sur desde la Isla del Ídolo hasta la Boca de Corazones (Fig. 2).

La toma de muestras se realizó mediante arrastres superficiales, utilizando una red de zooplancton cónica con una boca de 50 cm de diámetro, 2 m de longitud de manga, y apertura de malla de 500  $\mu\text{m}$ , a la cual se le colocó un flujómetro General Oceanics. Las muestras de zooplancton se fijaron en formalina al 4 % neutralizada con borato de sodio. Simultáneamente se midió *in situ* la salinidad utilizando un refractómetro y la temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ) del agua superficial con un termómetro de mercurio, las estaciones fueron referenciadas geográficamente con un GPS (Tabla 1). Se analizaron los datos de temperatura ambiente ( $^{\circ}\text{C}$ ) y precipitación (mm) tomados de García (1973).

En el laboratorio el total de medusas fue separado de las muestras de zooplancton, posteriormente las hidromedusas pertenecientes a las Subclases Limnomedusae, Narcomedusae y Trachymedusae fueron identificadas a nivel de especie utilizando principalmente los trabajos de: Mayer (1910), Kramp (1959), Kramp (1961), Bouillon (1999) y Bouillon y Boero (2000), entre otros. Posteriormente se cuantificaron en su mayoría, con excepción de tres muestras con gran cantidad de hidromedusas de la especie *L. tetraphylla* que se analizaron a partir de alícuotas obtenidas con un fraccionador Folsom. La densidad de los organismos fue calculada y se expresó como número de organismos/100  $\text{m}^3$ , posteriormente las densidades obtenidas fueron representadas en mapas del área de estudio.



Figura 2. Ubicación de estaciones de muestreo en la Laguna de Tamiahua, Veracruz, México (2011) (Mapa tomado de Google Earth y modificado).

Tabla 1. Coordenadas geográficas de las estaciones de muestreo. Laguna de Tamiahua, Veracruz (2011).

Estaciones	Latitud N	Longitud W
1	21°58.02'	97°42.45'
2	21°54.1'	97°41.4'
3	21°51.9'	97°40.1'
4	21°48.4'	97°38.7'
5	21°43.4'	97°35.9'
6	21°46.9'	97°41.5'
7	21°52.5'	97°42.2'
8	21°56.7'	97°43.0'
9	22°01.1'	97°44.7'
10	22°05.7'	97°46.4'
11	21°38.0'	97°34.9'
12	21°36.2'	97°32.4'
13	21°32.9'	97°29.3'
14	21°33.6'	97°32.1'
15	21°37.2'	97°38.0'
16	21°20.1'	97°28.4'
17	21°24.2'	97°29.6'
18	21°28.6'	97°30.9'
19	21°28.7'	97°23.6'
20	21°21.1'	97°27.0'
21	21°17.3'	97°26.6'
22	21°15.6'	97°25.4'

## RESULTADOS

### Hidrología

La temperatura del agua superficial de la laguna en el año 2011 presentó el promedio más alto en el mes de agosto que fue de 31.9 °C y el más bajo en el mes de febrero 15.0 °C, éste fue debido a la presencia de un norte en la región, en los meses de mayo y noviembre fue de 27.8 °C y 25.5 °C, respectivamente (Fig. 3).

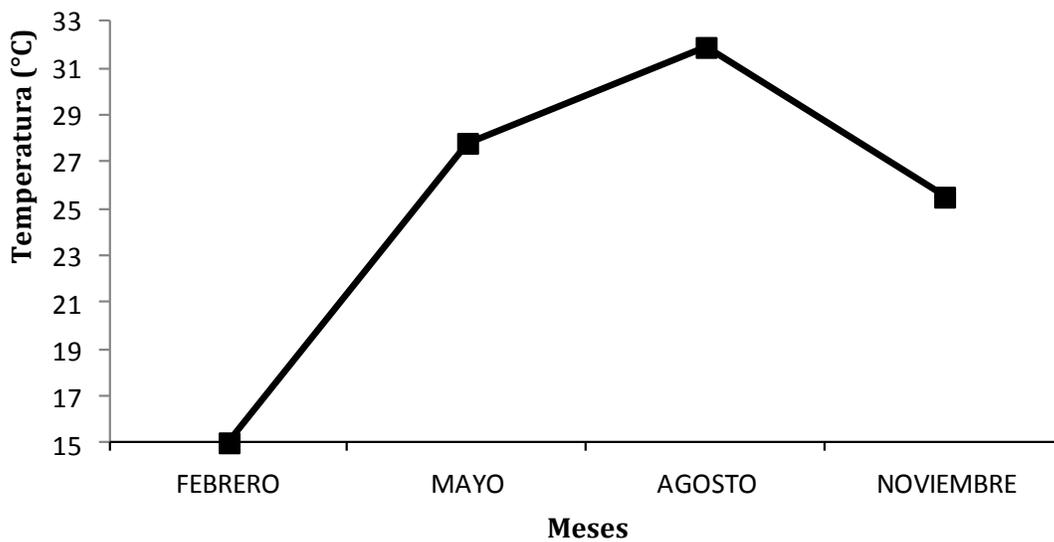


Figura 3. Temperatura promedio (°C) del agua superficial en la Laguna de Tamiahua, Veracruz (2011).

La salinidad promedio mensual de la laguna en este ciclo anual (2011) osciló entre 22 y 31 (Fig. 4), registrando las más altas en el mes de mayo, durante todo el ciclo anual las mayores salinidades se registraron en la región norte de la laguna y en las estaciones cercanas a las bocas.

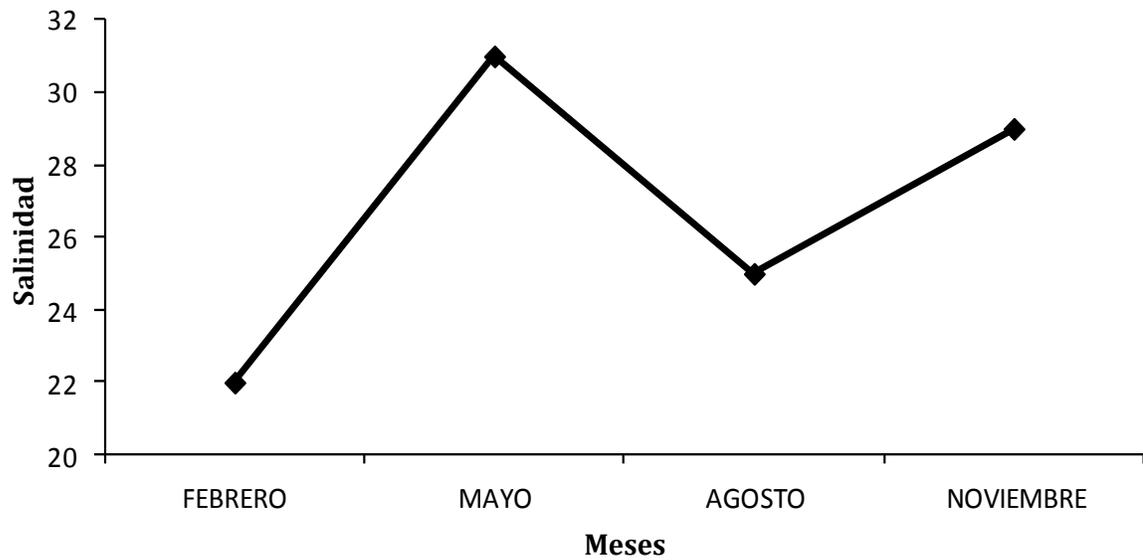


Figura 4. Salinidad del agua superficial en la Laguna de Tamiahua, Veracruz (2011).

### **Abundancia y distribución de hidromedusas**

Se analizaron 55,831 hidromedusas pertenecientes a las Subclases Limnomedusae, Narcomedusae y Trachymedusae, se determinaron cuatro familias, cinco géneros y cinco especies (Tabla 2).

Tabla 2. Listado taxonómico de las hidromedusas recolectadas en la Laguna de Tamiahua, Veracruz, durante el ciclo anual 2011, basado en la clasificación de Bouillon y Boero (2000).

---

Phylum Cnidaria Verril, 1865

Subphylum Medusozoa Petersen, 1979

Superclase Hydrozoa Owen, 1843

Clase Hydroidomedusae Bouillon, Boero, Cicogna, Gili y Hughes, 1992

Subclase Limnomedusae Kramp, 1938

Familia Olindiidae Haeckel, 1879

Género *Gossea* L. Agassiz, 1862

Especie *Gossea brachymera* Bigelow, 1909

Subclase Narcomedusae Haeckel, 1879

Familia Cuninidae Bigelow, 1913

Género *Cunina* Eschscholtz, 1829

Especie *Cunina octonaria* Mc Crady, 1859

Subclase Trachymedusae Haeckel, 1866

Familia Geryoniidae Eschscholtz, 1829

Género *Geryonia* Péron y Lesueur, 1810

Especie *Geryonia proboscidalis* Forskal, 1775

Género *Liriope* Lesson, 1843

Especie *Liriope tetraphylla* Chamisso y Eysenhardt, 1821

Familia Rhopalonematidae Russell, 1953

Género *Aglaura* Péron y Lesueur, 1810

Especie *Aglaura hemistoma* Péron y Lesueur, 1810

---

La mayor densidad de las especies de hidromedusas analizadas se registró en el mes de noviembre y fue de 104753.22 org/100 m<sup>3</sup>, seguida del mes de febrero, agosto y por último mayo siendo la especie más abundante *L. tetraphylla* la cual se recolectó durante todos los meses de muestreo (Tabla 3).

Tabla 3. Densidad promedio mensual y anual (no. org/100 m<sup>3</sup>) de las especies de hidromedusas registradas en la Laguna de Tamiahua, Veracruz (2011).

Especie	Densidad promedio mensual				Densidad promedio anual
	febrero	mayo	agosto	noviembre	
<i>Gossea brachymera</i>		1.82	0.19	0.19	0.55
<i>Cunina octonaria</i>				0.50	0.125
<i>Geryonia proboscidalis</i>			0.19		0.047
<i>Liriope tetraphylla</i>	1971.15	13.98	154.27	4760.72	1725.03
<i>Aglaura hemistoma</i>	2.23	0.51		0.10	0.71
Total	43414.06	358.82	3402.30	104753.22	

### ***Gossea brachymera***

Se presentó en los muestreos de mayo, agosto y noviembre y estuvo ausente en el mes de febrero (Tabla 3), el intervalo de temperatura del agua superficial en el que se registró la especie fue de 24.0 a 27.0 °C y salinidad de 36 a 37 (Tablas 4 y 5), su densidad promedio anual fue de 0.5 org/100 m<sup>3</sup>, su densidad máxima se presentó en el mes de mayo y fue de 40.1 org/100 m<sup>3</sup>, se registró en temperatura de 27 °C y salinidad de 37, en la estación ubicada al norte de la Boca de Corazones al sur de la laguna (Fig. 5 A).

En cuanto a su distribución, en mayo y noviembre se restringió a la Boca de Corazones, al sur de la laguna (Figs. 5 A y 6 A) y en agosto a la Boca de Tampachichi, al norte de la laguna (Fig. 5 B).

Tabla 4. Intervalos de temperatura (°C) del agua superficial en los que fueron registradas las especies de hidromedusas en la Laguna de Tamiahua, Veracruz (2011).

Especie	Temperatura (°C)																						
	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35
<i>Gossea brachymera</i>												■	■	■	■								
<i>Cunina octonaria</i>												■	■										
<i>Geryonia proboscidalis</i>																							■
<i>Liriope tetraphylla</i>	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
<i>Aglaura hemistoma</i>																			■	■	■	■	■

Tabla 5. Intervalos de salinidad del agua superficial en los que fueron registradas las especies de hidromedusas en la Laguna de Tamiahua, Veracruz (2011).

Especie	Salinidad																								
	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37
<i>Gossea brachymera</i>																									■
<i>Cunina octonaria</i>															■										
<i>Geryonia proboscidalis</i>												■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
<i>Liriope tetraphylla</i>	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
<i>Aglaura hemistoma</i>																				■	■	■	■	■	

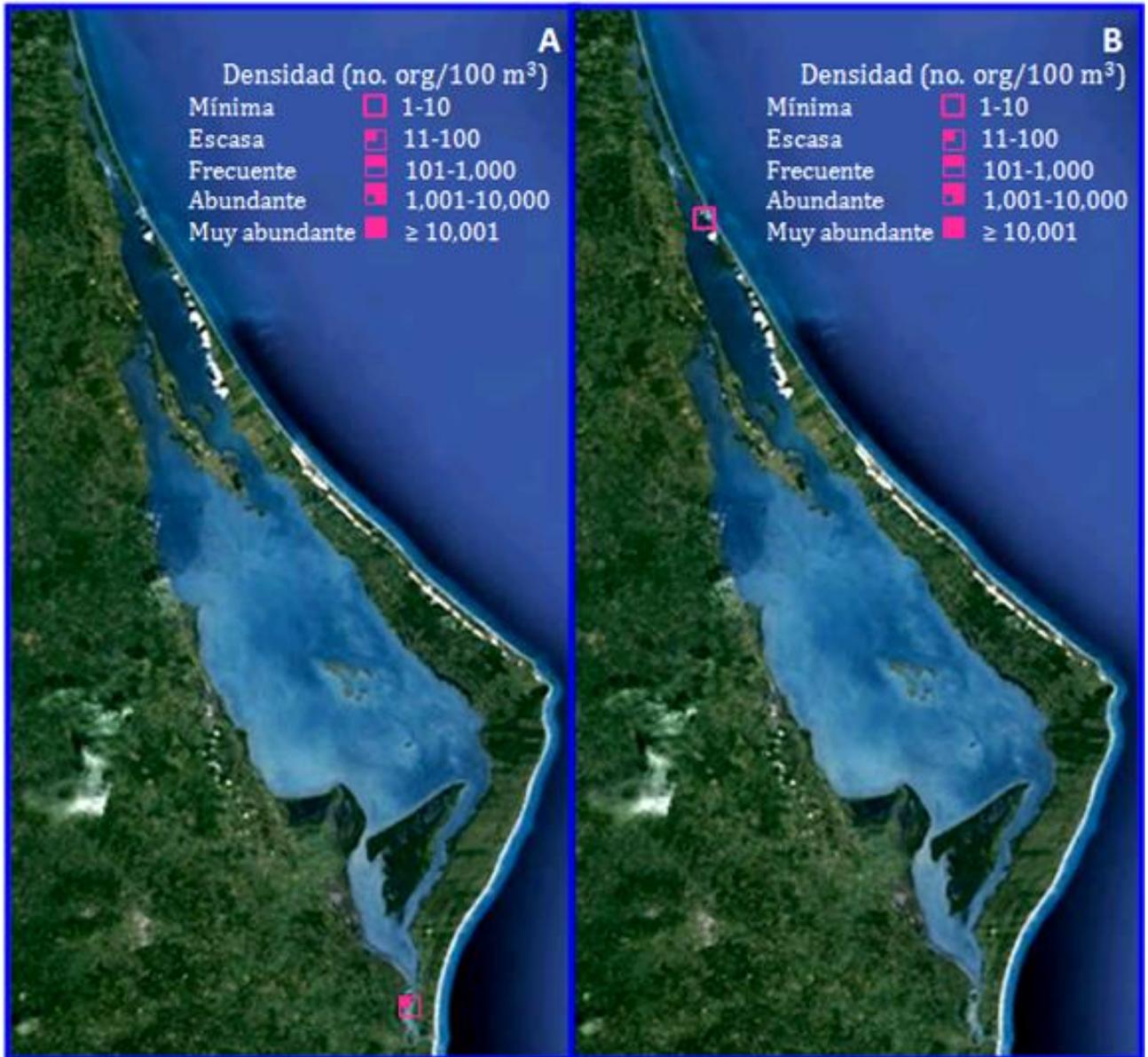


Figura 5. Abundancia y distribución de *Gossea brachymera* en la Laguna de Tamiahua, Veracruz, en mayo (A) y agosto (B) 2011.

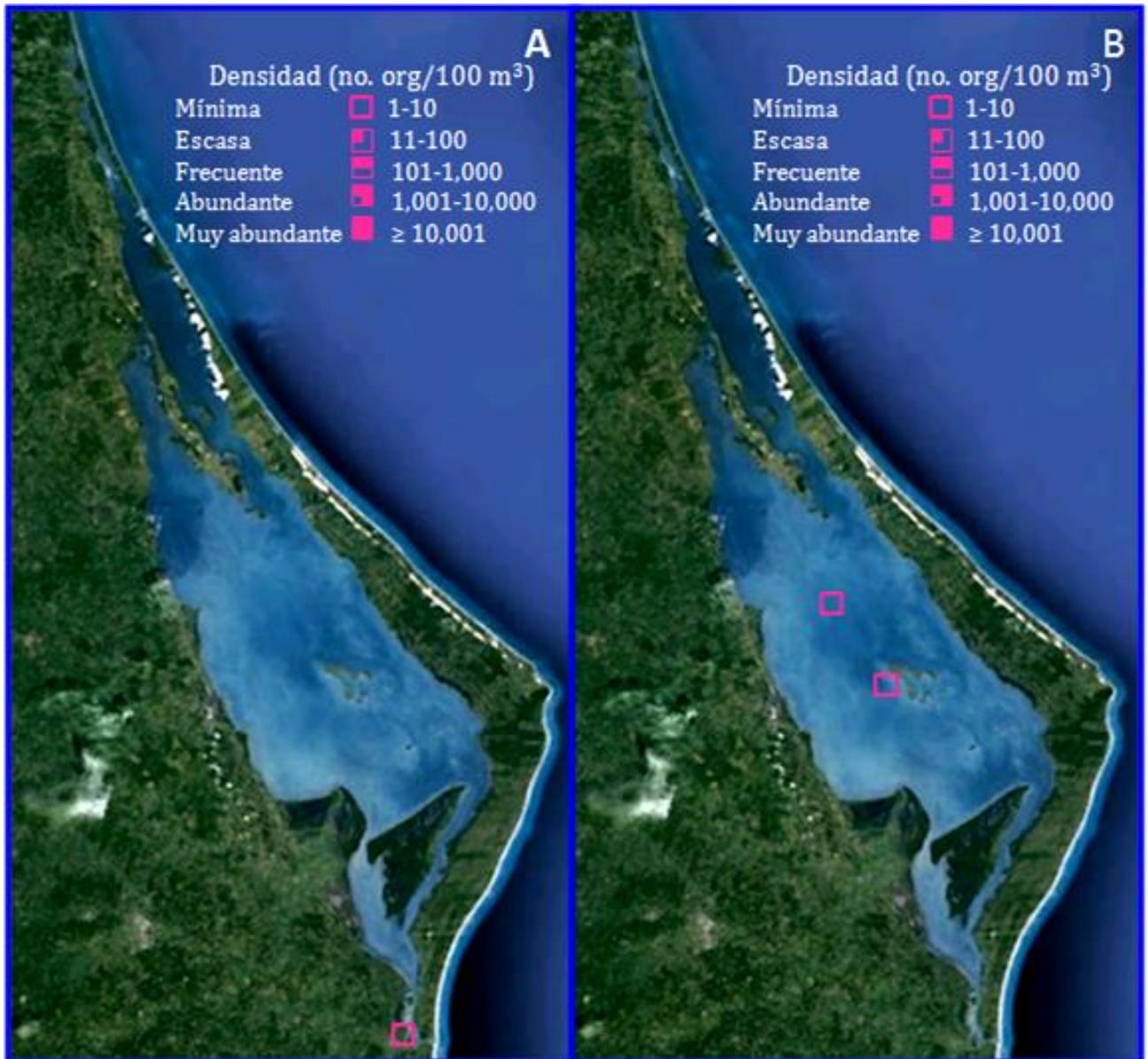


Figura 6. Abundancia y distribución de *Gossea brachymera* (A) y *Cunina octonaria* (B) en la Laguna de Tamiahua, Veracruz, en noviembre 2011.

### ***Cunina octonaria***

Se presentó únicamente en el mes de noviembre en una temperatura del agua superficial de 25.5 °C y salinidad de 27 (Tablas 4 y 5), tuvo una densidad promedio mensual de 0.5 org/100 m<sup>3</sup> (Tabla 3), su densidad máxima fue de 9.2 org/100 m<sup>3</sup> y se registró en la región centro de la laguna, al norte de la Isla del Toro (Fig. 6 B).

### *Geryonia proboscidalis*

Fue la especie menos abundante, se registró en agosto con una densidad promedio mensual de 0.19 org/100 m<sup>3</sup> (Tabla 3), se presentó únicamente en la estación ubicada al suroeste de la Isla del Toro, en la región centro de la Laguna (Fig. 7), en donde tuvo una densidad de 4.1 org/100 m<sup>3</sup>, en temperatura de 34.0 °C y salinidad de 24 (Tablas 4 y 5).



Figura 7. Abundancia y distribución de *Geryonia proboscidalis* en la Laguna de Tamiahua, Veracruz, en agosto 2011.

### ***Liriope tetraphylla***

Fue la especie más abundante representó el 99.9% del total de las hidromedusas analizadas, se registró durante todo el año presentando la mayor densidad promedio mensual en el mes de noviembre (4760.7 org/100 m<sup>3</sup>) y la menor densidad en mayo (13.9 org/100 m<sup>3</sup>) (Tabla 3). También presentó una amplia distribución en la laguna durante la mayor parte del año, registrándose desde Tampico Alto al norte de la Boca de Tampachichi hasta el sur de la laguna donde se ubica la Boca de Corazones (Figs. 8A, 9A y 9B), en el mes de mayo se distribuyó a lo largo de la laguna excepto en las estaciones inmediatas a las bocas (Fig. 8 B).

Se presentó en un amplio intervalo de temperatura y salinidad, de 13.0 a 34.5 °C y de 13 a 37 (Tablas 4 y 5), se registró en todas las temperaturas y salinidades observadas en el sistema. Su máxima densidad fue registrada en el mes de noviembre, en las estaciones ubicadas en la región central de la laguna al rededor de la Isla del Toro y en el Canal de Burros (Fig. 9 B), con una densidad entre 3852-58557 org/100 m<sup>3</sup>, su óptimo de temperatura fue de 24 a 26 °C y de salinidad 27.

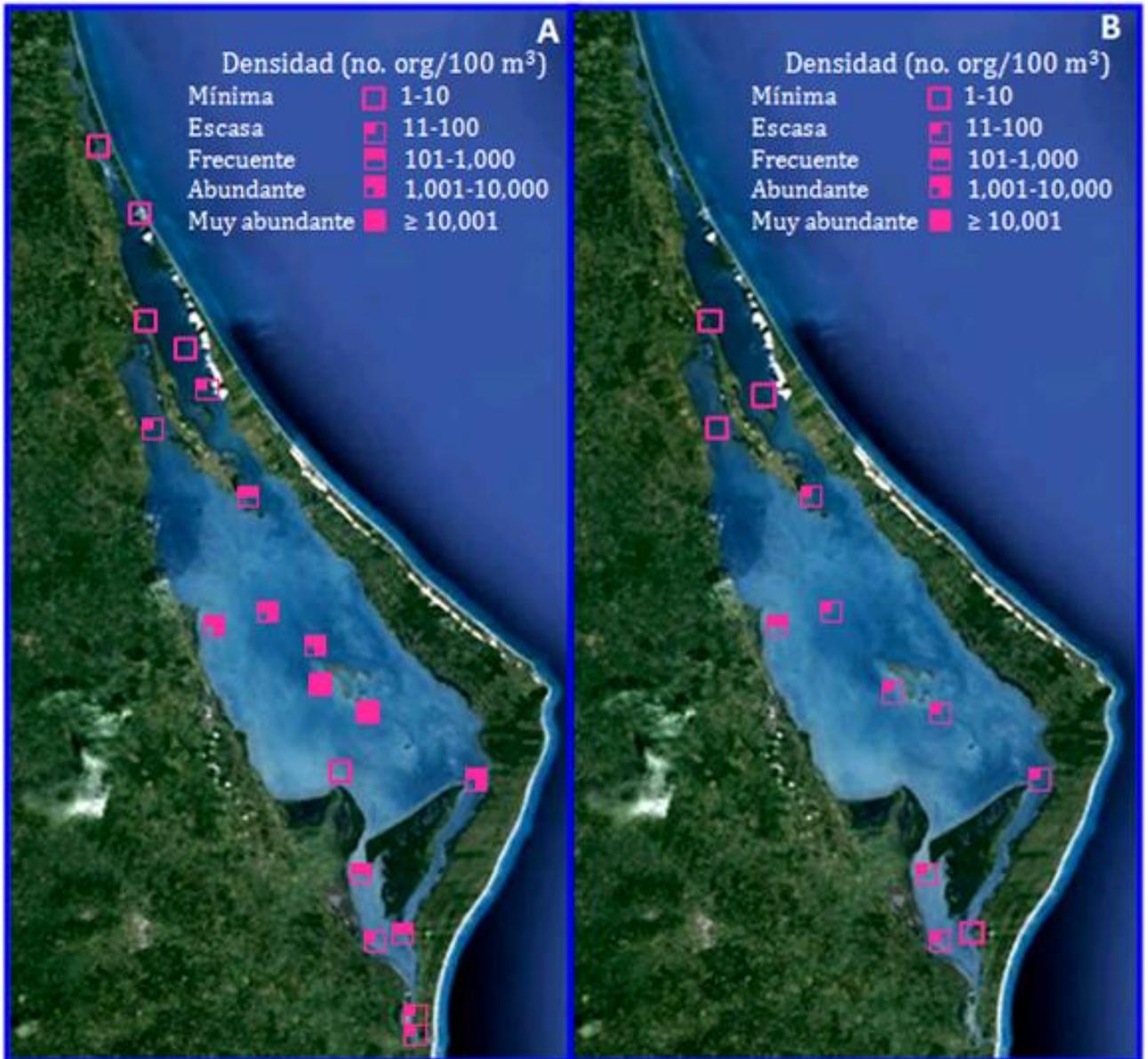


Figura 8. Abundancia y distribución de *Liriope tetraphylla* en la Laguna de Tamiahua, Veracruz, en febrero (A) y mayo (B) 2011.

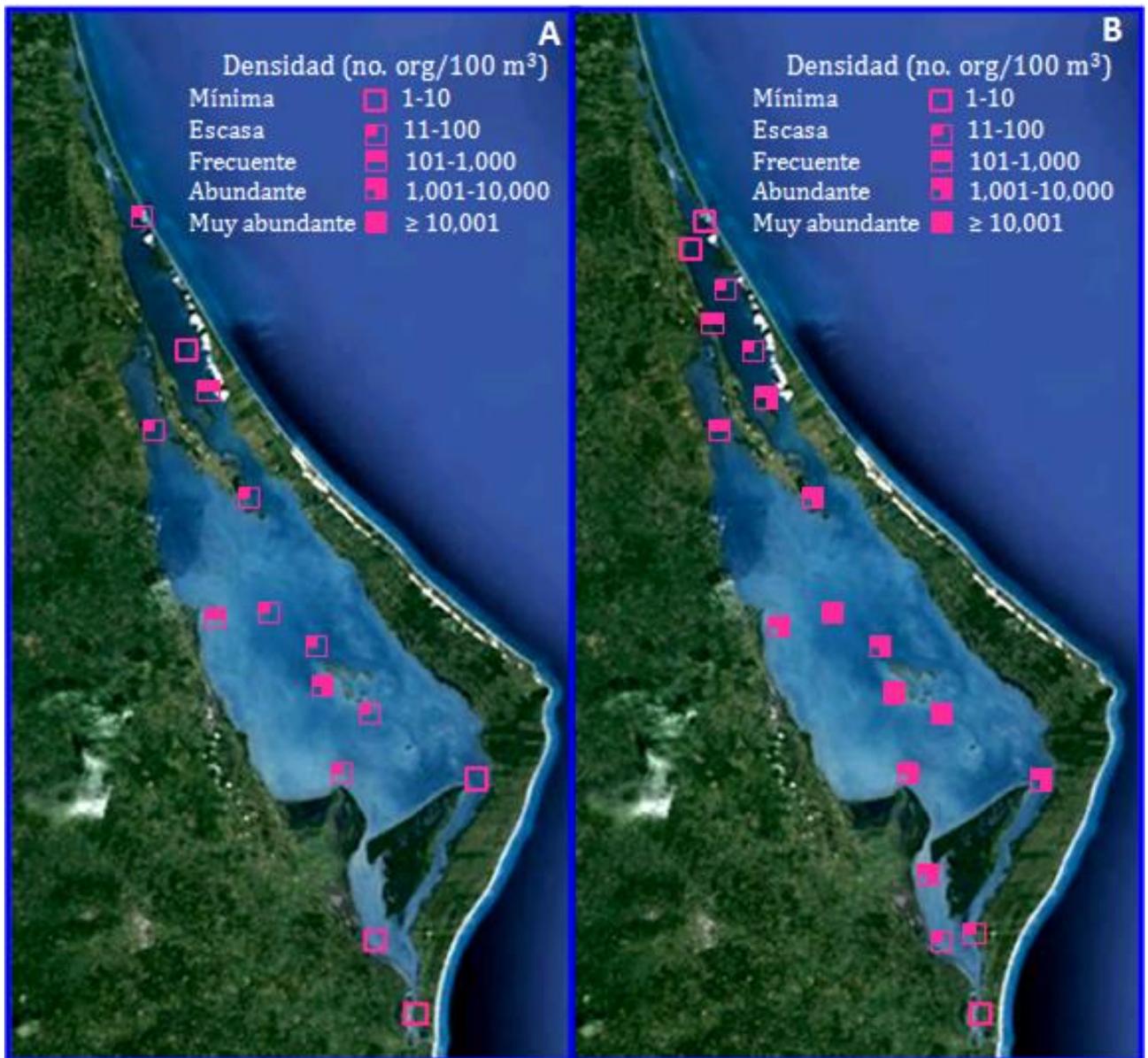


Figura 9. Abundancia y distribución de *Liriope tetraphylla* en la Laguna de Tamiahua, Veracruz, en agosto (A) y noviembre (B) 2011.

### ***Aglaura hemistoma***

Estuvo presente en los meses de febrero, mayo y noviembre (Tabla 3), se registró en un intervalo de temperatura de 15.5-28.0 °C y salinidad de 31-35 (Tablas 4 y 5), su densidad promedio anual fue de 0.7 org/100 m<sup>3</sup> (Tabla 3), en febrero presento su

máxima densidad que fue de 39.3 org/100 m<sup>3</sup>, en temperatura de 17 °C y salinidad de 35, en la estación ubicada en la Boca de Tampachichi, al norte de la laguna (Fig. 10 A).

Su distribución se restringió a la región norte de la laguna, de la Boca de Tampachichi al Canal de Burros ubicado al sur de la Isla Juan A. Ramírez (Figs. 10 A, 10 B y 11).



Figura 10. Abundancia y distribución de *Aglaura hemistoma* en la Laguna de Tamiahua, Veracruz, en febrero (A) y mayo (B) 2011.



Figura 11. Abundancia y distribución de *Aglaura hemistoma* en la Laguna de Tamiahua, Veracruz, en noviembre 2011.

## DISCUSIÓN

Con la finalidad de relacionar el ambiente con la meteorología se tomaron los datos de precipitación y temperatura ambiental de García (1973) registrada para las estaciones de Tampico, Tamaulipas y Tuxpan, Veracruz (las estaciones climatológicas más cercanas al norte y sur de la laguna), según estos datos la región presenta una precipitación total anual de 1079.9 mm y 1350.9 mm respectivamente, siendo claro para las dos regiones un periodo de lluvias en los meses de junio a octubre (130.0-321.2 mm), presentando los valores más altos en el mes de septiembre (293.7-321.2 mm) y un periodo de secas en los meses de noviembre a mayo (13.0-77.2 mm) (Fig. 12).

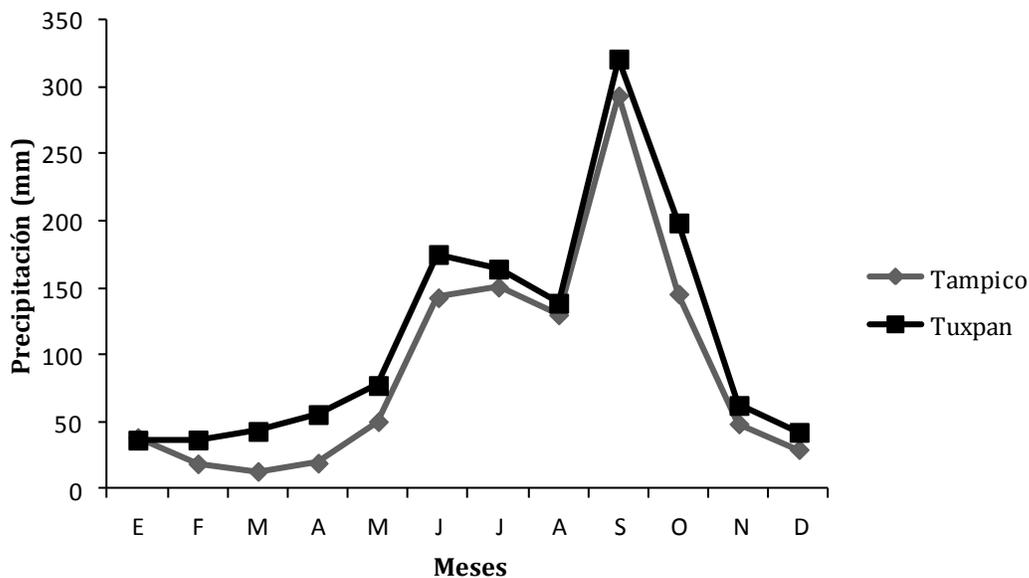


Figura 12. Precipitación total mensual (mm) registrada para las estaciones de Tampico, Tamaulipas y Tuxpan, Veracruz (García, 1973).

La temperatura ambiente media anual fue de 24.3 °C para la estación de Tampico y 24.2 °C para Tuxpan, registrando temperaturas cálidas en el periodo de abril a octubre (24.7-28.3 °C) y bajas de noviembre a marzo (18.9-22.5 °C), la media mensual más alta se presentó en el mes de agosto en ambas regiones (Fig. 13).

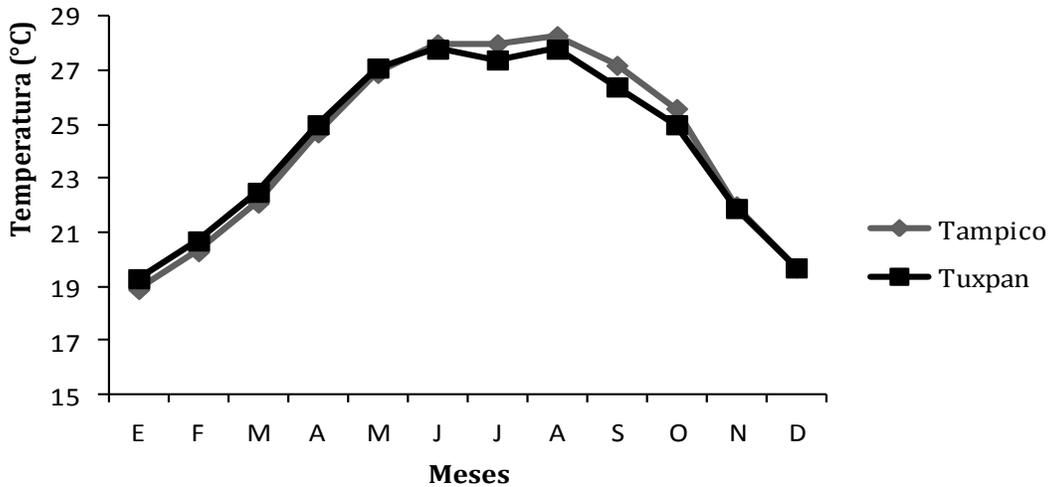


Figura 13. Temperatura ambiente media mensual (°C) registrada para las estaciones de Tampico, Tamaulipas y Tuxpan, Veracruz (García, 1973).

La temperatura promedio del agua superficial de la Laguna de Tamiahua para el ciclo anual 2011 fue de 15.0 a 31.9 °C. Para la época cálida se presentó un intervalo de 27.8-31.9 °C, temperatura menor a la registrada por Gómez-Aguirre (1977) para el periodo de 1964-1967 las cuales mostraron un gradiente de 24-33 °C y para la época invernal registró 10 °C debido a los vientos del norte, temperatura menor a la registrada en el presente trabajo aún con la presencia de nortes en los meses de febrero y noviembre, con 15 °C y 25.5 °C, respectivamente.

Se registraron salinidades de 13 a 37 por lo que la Laguna de Tamiahua se considera de tipo mesohalino-polihalino-eurihalino, en base al Sistema de Venecia (Carriker, 1967). Se obtuvieron salinidades mayores a las registradas por Gómez-Aguirre (1977) y Villalobos *et al.* (1976) quienes registraron salinidades de 24 a 30 en trabajos previos a la apertura de la Boca de Tampachichi, boca de origen artificial abierta en 1978, motivo por el cual evidentemente la salinidad de la laguna es más elevada.

Las máximas temperaturas promedio mensuales obtenidas del agua superficial de la laguna se registraron en los meses de agosto y mayo, ambos meses considerados según los datos de García (1973) dentro de la temporada cálida.

De las hidromedusas colectadas una especie pertenece a la Subclase Limnomedusae, otra a la Subclase Narcomedusae y tres a la Subclase Trachymedusae, hay varios registros de estas subclases en trabajos realizados sobre la plataforma continental como los realizados por Segura-Puertas *et al.* (2010), Suárez-Morales *et al.* (2002) y Loman-Ramos *et al.* (2007) por mencionar algunos, sin embargo, los registros en trabajos de lagunas costeras son muy escasos, por lo que la Laguna de Tamiahua es de las lagunas costeras del Golfo de México que tienen mayor número de registros de estas subclases, esto podría deberse a que en la laguna confluyen dos provincias oceánicas, la Provincia Caroliniana al norte y la Provincia Caribeña al sur (Briggs, 1995), esta característica puede propiciar la presencia de fauna tanto del norte como del sur, aumentando el número de especies.

De las especies registradas en el presente trabajo para la Laguna de Tamiahua ninguna fue registrada por Gómez-Aguirre (1977) y Signoret-Poillon (1969 a), sin embargo, hay que destacar que las hidromedusas son organismos marinos y que los trabajos mencionados fueron previos a la apertura de la Boca de Tampachichi en 1978 como lo señalan Gordillo y Cruz (2005), por lo que este aumento en el ingreso de agua marina ha propiciado el ingreso de otras especies de hidromedusas.

*Gossea brachymera* se registró al norte y sur de la Laguna de Tamiahua, en México se tienen registros para el sureste del Golfo de México por Segura-Puertas *et al.* (2009) y para el Pacífico Mexicano por Segura-Puertas *et al.* (2003), mundialmente se distribuye al este del Pacífico Tropical y al centro y sur del Océano Atlántico (Kramp, 1961). En la Laguna de Tamiahua esta especie tuvo una densidad promedio anual de 0.5 org/100 m<sup>3</sup> y presentó su densidad máxima durante la época de secas en el mes de mayo con 40.1 org/100 m<sup>3</sup>, en un estudio realizado por Andrade (2012) para la bahía de Sta. Elena, Perú, esta especie presentó su máxima densidad también en la época de secas con 100 org/100 m<sup>3</sup>.

*Cunina octonaria* se distribuyó en la región centro de la Laguna de Tamiahua, en México se distribuye en el Pacífico Mexicano, Mar Caribe y en todo el Golfo de México

según lo registrado por Segura-Puertas *et al.* (2003) y Segura-Puertas *et al.* (2009). Se ha ubicado en las regiones tropicales y subtropicales de los Océanos Pacífico, Atlántico e Índico, inclusive en el Mar Mediterráneo (Kramp, 1961). Larson *et al.* (1989) presentaron este género, junto con otros diez géneros de narcomedusas, al noroeste del Atlántico, en el Ártico y el Antártico. Se tienen registros de esta especie para el noroeste del Golfo de México, en donde presentó una densidad máxima de 0.8 org/100 m<sup>3</sup> (Suarez-Morales *et al.*, 2002) menor a la obtenida en el presente trabajo para la Laguna de Tamiahua que fue de 9.2 org/100 m<sup>3</sup>.

En la Laguna de Tamiahua *Cunina octonaria* se registró con una densidad promedio anual de 0.1 org/100 m<sup>3</sup> y en una temperatura de 25.5 °C y salinidad de 27, Vannucci (1959) registró esta especie para las aguas de Brasil en temperaturas de 18.1 a 25.5 °C y salinidades de 33.5 a 36.9, menciona que podría tratarse de una especie eurihalina y euriterma, se presenta en un amplio intervalo de salinidad; en un estudio realizado en condiciones de laboratorio toleró una temperatura mínima de 10 °C y salinidades de 20.0 a 36.9 (Soares, 1978); parámetros menores a los registrados en condiciones naturales.

*Geryonia proboscidalis* se presentó en la región centro de la Laguna de Tamiahua, en México se tienen registros de esta especie en el Pacífico y Caribe Mexicano por Segura-Puertas *et al.* (2003) y en el noroeste y sur del Golfo de México por Segura-Puertas *et al.* (2009) y Loman-Ramos *et al.* (2007); mundialmente se distribuye en la zona tropical de los Océanos Pacífico, Índico y Atlántico, incluyendo el Mar Mediterráneo, para la región del Continente Americano desde Florida hasta Brasil (Kramp, 1961).

En el presente trabajo *Geryonia proboscidalis* se presentó en temperaturas de 34.0 °C y salinidad de 24, Vannucci (1959) registró esta especie en aguas de Brasil en temperaturas de 15.0 a 29.0 °C y salinidad de 36, temperaturas menores y salinidad mayor a las obtenidas en la Laguna de Tamiahua y menciona que es una especie característica de masas de agua del norte, abundante en el Mar Mediterráneo, euriterma y estenohalina, presente en aguas con alta salinidad.

*Liriope tetraphylla* se registró en toda la Laguna de Tamiahua, esta especie se distribuye en el Caribe Mexicano, el Pacífico Mexicano y el Golfo de México según Segura-Puertas *et al.* (2003). Alvariño (1999) menciona que junto con *Rophalonema velatum* son las especies más abundantes registradas en aguas oceánicas de California (Estados Unidos) y Baja California (México). En lagunas costeras del Golfo de México se tienen registros en la Laguna de Alvarado, Veracruz, por Gómez-Aguirre (1977) y en la Laguna de Términos, Campeche, por Canudas-González (1979).

Rusell (1953) y Mayer (1910) consideran que *L. tetraphylla* es una especie que presenta una distribución mundial, según Kramp (1961) se tienen registros para los océanos Pacífico, Índico y Atlántico, en éste último se distribuye de norte a sur, inclusive en el Mar Mediterráneo, en varias regiones de la costa atlántica de los E.U.A. y al suroeste de Portugal, en años recientes se ha encontrado en aguas tropicales como es el este de la Isla de Jamaica (Persad *et al.*, 2003) y en aguas polares de Chile (Palma *et al.*, 2007).

Loman-Ramos *et al.* (2007) en un estudio realizado para la zona nerítica y oceánica del sur del Golfo de México mencionan que *L. tetraphylla* fue la especie dominante para la comunidad de medusas del Sur del Golfo de México y mencionan que actuó como estabilizadora de la estructura de la comunidad, presentando una densidad promedio de 1.5 org/100 m<sup>3</sup>, menor a la densidad promedio registrada en el presente trabajo para la Laguna de Tamiahua que fue de 1725 org/100 m<sup>3</sup>, sin embargo esta última fue menor a las registradas en el Noroeste del Mediterráneo, 2520 org/100 m<sup>3</sup> (Molinero *et al.*, 2008) y para Tabatinga en Brasil, 2100 org/100m<sup>3</sup> (da Rocha *et al.*, 2010) (Tabla 6).

Por otro lado, *L. tetraphylla* ha presentado altas densidades máximas a nivel mundial, por ejemplo: en Chile 162 org/100 m<sup>3</sup> para la zona nerítica y 598 org/100 m<sup>3</sup> en la zona oceánica (Pavez *et al.*, 2010), en Japón 311 org/100 m<sup>3</sup> (Kitamura *et al.*, 2003), en Jamaica 3150 org/100 m<sup>3</sup> (Persad *et al.*, 2003), en Brazil 4240 org/100 m<sup>3</sup> (da Rocha *et al.*, 2010) y para las aguas del noroeste del Mar Mediterráneo

6540 org/100 m<sup>3</sup> (Molinero *et al.*, 2008), sin embargo, la Laguna de Tamiahua presentó la densidad máxima más alta registrada a nivel mundial 58 557 org/100 m<sup>3</sup> (Tabla 6). Lo anterior indica que cuando *L. tetraphylla* encuentra las condiciones ambientales necesarias para reproducirse y disponibilidad de alimento, como en la Laguna de Tamiahua, puede llegar a ser más abundante que en el océano.

En un estudio realizado por Soares (1978) en condiciones de laboratorio *L. tetraphylla* fue una de las especies con menos tolerancia a bajas salinidades, sobrevivió por arriba de 20 presentando mayor abundancia en salinidades de 35 y 36, por otro lado fue bastante tolerante a las bajas temperaturas, aunque a los 10 °C los organismos mostraron una disminución en su locomoción; en condiciones naturales ha sido registrada en temperaturas de 11.0 °C al Suroeste de Chile por Pavez *et al.* (2010) muy cercana a las condiciones a las que se expuso en el laboratorio, con relación a la salinidad la menor fue de 13 en la Laguna de Tamiahua, mientras que la mayor fue de 38.1 en el Mar Ligurian al noroeste del Mediterráneo por Molinero *et al.* (2008) (Tabla 6).

Tabla 6. Registros de *Liriope tetraphylla*, densidades (no. org/100 m<sup>3</sup>) e intervalos de temperatura (°C) y salinidad del agua donde fue recolectada la especie.

Meses de muestreo												Densidad (no. org /100 m3)		Intervalos		Regiones/ Año de colecta	Citas
E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Máxima	Promedio	Temperatura (°C)	Salinidad		
								X					25			Plataforma continental central del Pacífico Mexicano/ 1988	Segura-Puertas <i>et al.</i> (2010)
											X		1			Canales del Sur de Chile/ 2002	Palma <i>et al.</i> (2007)
								X				598		11.0 - 13.0	34.2 - 34.4	Suroeste de Chile/ 2001	Pavez <i>et al.</i> (2010)
					X							311	665			Canal de Osaka , Japón/ 1997	Kitamura <i>et al.</i> (2003)
										X		33	11			Bahía de Tokio y Sagami, Japón/ 1998	Kitamura <i>et al.</i> (2003)
												6540	2520	13.1 - 24.3	37.4 - 38.2	Mar Ligurian (noroeste del Mediterráneo)/ 1966-1993	Molinerio <i>et al.</i> (2008)
	X	X			X				X	X				12.48 - 29.0	33 - 36.9	Fernando de Noronha, Brasil/ 1956	Vannucci (1959)
					X		X				X	4240	2100			Tabatinga, Brasil/ 2007	da Rocha <i>et al.</i> (2010)
					X		X				X	10	28			Itapicuru, Brasil/ 2007	da Rocha <i>et al.</i> (2010)
X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	3150	361			Boca del Puerto Kingston, Jamaica/ 1992 - 1993	Persad <i>et al.</i> (2003)
X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	750	123			Aguas del Cayo Lime, Jamaica/ 1992 - 1993	Persad <i>et al.</i> (2003)
										X		4	2			Noroeste del Golfo de México/ 1993	Súarez-Morales <i>et al.</i> (2002)
									X	X			99			Sur del Golfode México/ 1999	Loman-Ramos <i>et al.</i> (2007)
X		X			X					X		58557	1725	13.0 - 34.5	13.0 - 37.0	Laguna de Tamiahua, Veracruz/ 2011	PRESENTE TRABAJO

*Aglaura hemistoma* estuvo presente en la región norte de la Laguna de Tamiahua, en México se tienen registros para el Golfo de México, el Caribe Mexicano y el Pacífico Mexicano por Segura-Puertas *et al.* (2003). En un estudio realizado para el Sur del Golfo de México durante el otoño de 1999 fue registrada como la cuarta especie más abundante dentro de la comunidad de medusas por Loman-Ramos *et al.* (2007). Generalmente está presente en los mares tropicales y subtropicales, se ha registrado al Sur del Océano Índico, en el norte y centro del Pacífico y en el Océano Atlántico (Kramp, 1961).

Las densidad máxima registrada para la Laguna de Tamiahua, Veracruz, en el presente trabajo fue de 39.3 org/100 m<sup>3</sup>, para la Laguna Bojórquez, Cancún, Quintana Roo, fue de 1.9 org/100 m<sup>3</sup> de acuerdo con Segura-Puertas y Damas-Romero (1997), 214 org/100 m<sup>3</sup> en el Canal de Osaka, Japón y 38 org/100 m<sup>3</sup> en la Bahía de Tokio y Sagami, ambas en Japón, y para Andam y Nicobar, en el Océano Índico, fue de 645.7 org/100 m<sup>3</sup> la mayor obtenida para esta especie por Santhakumari (1993) (Tabla 7).

*Aglaura hemistoma* es una especie oceánica con preferencia a aguas cálidas, mayores a 18 °C, sobrevive en diluciones de aguas de mezcla, aunque generalmente se registra en salinidades de alrededor de 34 (Vannucci, 1959); esta especie al igual que *Liriope tetraphylla* son eurihalinas y euritermas, por lo que se presentan tanto en aguas oceánicas, como en estuarios y lagunas; suelen ser abundantes lejos de las masas continentales, esto puede deberse a que son especies holoplanctónicas y por lo tanto pueden completar su ciclo de vida en la columna de agua (Vannucci y Navas, 1973); son generalmente oceánicas aunque se presentan también en la región nerítica, el que las traquimedusas y las narcomedusas sean independientes del fondo para completar sus ciclos de vida les permite formar grandes densidades poblacionales (Santhakumari, 1993).

Según Vannucci (1959) *A. hemistoma* y *C. octonaria* se encuentran frecuentemente junto con *L. tetraphylla*, las tres especies suelen presentarse en amplios intervalos de

salinidad y temperatura, sin embargo *L. tetraphylla* tolera salinidades mayores por lo que dependiendo de las condiciones del ambiente pueden las otras dos especies estar o no presentes, en este trabajo fueron registradas *L. tetraphylla* y *A. hemistoma* juntas para los meses de febrero, mayo y agosto y *L. tetraphylla* junto con *C. octonaria* para el mes de noviembre, sin embargo, la densidad que presentó *L. tetraphylla* en comparación con las otras dos especies fue más abundante, lo que probablemente es debido a su tolerancia a intervalos mayores de salinidad.

Tabla 7. Registros de *Aglaura hemistoma*, densidades (no. org/100 m<sup>3</sup>) e intervalos de temperatura (°C) y salinidad del agua donde fue recolectada la especie.

Meses de muestreo		Densidad (no. org /100 m <sup>3</sup> )		Intervalos		Regiones/ Año de colecta	Citas												
E	F	M	A	M	J			J	A	S	O	N	D	Máxima	Promedio	Temperatura (°C)	Salinidad		
																	Plataforma continental central del Pacífico Mexicano/ 1988	Segura-Puertas <i>et al.</i> (2010)	
																		Canales al sur de Chile/ 2002	Palma <i>et al.</i> (2007)
																		Sur de Chile/ 2004 - 2005	Villenas <i>et al.</i> (2009)
																		Canal de Osaka, Japón/ 1997	Kitamura <i>et al.</i> (2003)
																		Bahía de Tokio y Sagami, Japón/ 1998	Kitamura <i>et al.</i> (2003)
																		Aguas de Andaman y Nicobar (Océano Índico)/ 1986 - 1990	Santhakumari (1993)
																		Fernando de Noronha, Brasil/ 1956	Vannucci (1959)
X	X				X						X	X		17.5 - 29.0	33.3 - 36.9			Laguna Bojórquez, Cancún/ 1991	Segura-Puertas y Damas-Romero (1997)
X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	1.9	3.5					
																		Sur del Golfo de México/ 1999	Loman-Ramos <i>et al.</i> (2007)
																		Laguna de Tamiahua, Veracruz/ 2011	PRESENTE TRABAJO
X		X											39.3	0.7	15.5 - 28.0	31.0 - 35.0			

## CONCLUSIONES

La salinidad a aumentado significativamente desde la apertura de la Boca de Tampachichi (1978) a la fecha, alcanzando valores de 36-37 en las bocas.

Las especies de hidromedusas *Gossea brachymera*, *Cunina octonaria*, *Geryonia proboscidalis*, *Liriope tetraphylla* y *Aglaura hemistoma* se registran por primera vez en la Laguna de Tamiahua, Veracruz.

Las hidromedusas son de origen marino y su presencia en la laguna pudo verse favorecida por la apertura de la Boca de Tampachichi, de origen artificial, que provocó el ingreso de masas de agua marina que modificaron la salinidad del sistema.

*Liriope tetraphylla* presentó en la Laguna de Tamiahua la mayor densidad registrada en México y en diversas regiones del mundo, mostrando una gran abundancia y distribución en el sistema estudiado, también se recolectó en la temperatura más alta 34.5 °C y en la salinidad más baja 13.

## LITERATURA CITADA

- Alvariño, A. 1969. Zooplancton del Caribe, Golfo de México y regiones adyacentes del Pacífico. En: Carranza, J. 1972. Memorias IV Congreso Nacional de Oceanografía. 17-19 noviembre de 1969. México, D. F. 1: 223-247.
- Alvariño, A. 1980. Distribution of zooplankton predators and anchovy larvae. *California Cooperative Oceanic Fisheries Investigations. Report 21*: 150-160.
- Alvariño, A. 1999. Hidromedusas: abundancia batimétrica diurna-nocturna y estacional en aguas de California y Baja California, y estudio de las especies en el Pacífico Oriental y otras regiones. *Revista de Biología Marina y Oceanografía* 34:1-90.
- Andrade, C. 2012. Distribución estacional y ecología de las medusas (Cnidaria: Hydrozoa) en la zona costera sur de la Bahía de Santa Elena durante el período (Octubre 2004-Octubre 2005). *Acta Oceanográfica del Pacífico* 17:1-12.
- Ayala-Castañares, A., R. Cruz, A. García-Cubas, Jr. y L. R. Segura. 1969. Síntesis de conocimientos sobre la geología marina de la Laguna de Tamiahua, Veracruz, México. *Lagunas Costeras, un Simposio*. Memorias del Simposio Internacional de Lagunas Costeras, Universidad Nacional Autónoma de México. UNESCO, Nov. 18-30, 1967. México, D. F. 39-48.
- Baldrich, A. M. y López, R. H. 2010. Hidromedusas mesozooplanctónicas del océano Pacífico colombiano. *Biota colombiana* 11: 3-11.
- Benovic, A., D. Lucic y V. Onofri. 2004. Long-term changes and biodiversity research. *Hydromedusan time series, Annales Series Historia Naturalis* 14: 10-13.

- Bouillon, J. 1999. Hydromedusae. Boltovskoy. *South Atlantic Zooplankton*. Backhuys Publishers, Leiden, the Netherlands. 385-465.
- Bouillon, J. y F. Boero. 2000. Phylogeny and Classification of Hydroidomedusae. *Thalassia Salentina* 24: 5-296.
- Briggs, J. C. 1995. Global Biogeography. *Developments in Paleontology and Stratigraphy*, 14. Elsevier. Amsterdam. 238-256.
- Canudas-González, A. 1979. Contribución al conocimiento de las medusas (Coelenterata) de la Laguna Términos, Camp. México. *Anales del Centro de Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México* 6: 183-188.
- Carriker, A. 1967. En: de la Lanza-Espino, G. y C. Cacéres-Martínez. 1994. Las lagunas costeras y el litoral mexicano. Universidad Autónoma de Baja California Sur. 525 p.
- Cruz, O. R. 1968. Geología marina de la Laguna de Tamiahua, Veracruz. *Boletín del Instituto de Geología, Universidad Nacional Autónoma de México* 88: 1-47.
- da Costa, S. 2011. Levantamento de ocorrências e acidentes causados por cnidários pelágicos no Município de IMBÉ, litoral norte do Rio Grande do sul, Brasil. Tesis de Licenciatura. Universidad Estadual do Rio Grande do sul. 86 p.
- da Rocha, C., B. da Conceicao, M. Nogueira, P. Mafalda-Junior y R. Johnsson. 2010. Mesozooplankton and Ichthyoplankton composition in two tropical estuaries of Bahia, Brazil. *Journal of species lists and distribution* 6: 210-216.
- Daly, M., M. Brugler, P. Cartwright, A.G. Collins, M. Dawson, D. Fautin, S. France, C. McFadden, D.M. Opresko, E. Rodríguez, S. Romano y J. Stake. 2007. The phylum

- Cnidaria: A review of phylogenetic patterns and diversity 300 years after Linnaeus. *Zootaxa* 1668: 127-182.
- Denker, E., A. Chatonnet y N. Rabet. 2008. Acetylcholinesterase activity in *Clytia hemisphaerica* (Cnidaria). *Chemico-Biological Interactions* 175: 125-128.
- Diaz-Briz, L., S. Martorelli, G. Genzano y H. Mianzan. 2012. Parasitism (Trematoda, Digenea) in medusae from the southwestern Atlantic Ocean: medusa hosts, parasite prevalences, and ecological implications. *Hydrobiologia* 690: 215-226.
- Franco-López, J. y R. Chavez-López. 1992. Síntesis sobre el conocimiento de la ictiofauna de la Laguna de Tamiahua, Veracruz, México. *Hidrobiológica* 2: 53-63.
- García, E. 1973. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana). Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México. 146 p.
- Gómez-Aguirre, S. 1977. Observaciones comparativas de resultados de estudios del plancton de lagunas costeras del Golfo de México. Mem. II Simposio Latinoamericano. *Oceanografía Biológica*. Universidad de Oriente, Cumaná, Venezuela. 1: 21-33.
- Gómez-Aguirre, S. 1991. Contribución al estudio faunístico de Celenterados y Ctenóforos del plancton estuarino del noroeste de México. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie de Zoología* 62: 1-10.
- Gómez del Prado-R, L. Segura-Puertas, J. N. Álvarez-Cadena y R. Lamothe-Argumedo. 2000. *Opechona pyriforme* metacercaria (Trematoda: Lepocreadiidae) in *Eirene lactaea* (Cnidaria: Hydroidomedusae) from a reef lagoon in the Mexican Caribbean Sea. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Zoología* 71: 1-6.

- Gordillo, G. y L. Cruz. 2005. Ficha Informativa de los Humedales de Ramsar. Consejo Estatal de Protección al Ambiente. Gobierno del Estado de Veracruz. México. 1-2.
- Govindarajan, A. F., F. Boero y K. M. Halanych. 2006. Phylogenetic analysis with multiple markers indicates repeated loss of the adult medusa stage in Campanulariidae (Hydrozoa, Cnidaria). *Molecular Phylogenetics and Evolution* 38: 820-834.
- Goy, J. y A. Toulemont. 1997. Méduses. Collection in Abysses. Monaco. Musée Océanographique 5: 160.
- Graham, G. M., F. Pagés y W. M. Hamner. 2001. A physical context for gelatinous zooplankton aggregations: a review. *Hydrobiologia* 451: 199-212.
- Hyman, L. H. 1940. The invertebrates: Protozoa through Ctenophora. Mc Graw Hill, New York. 1: 1-726.
- Kramp, P. L. 1959. The Hydromedusae of the Atlantic Ocean and adjacent waters. *Dana Report* 46: 3-283.
- Kramp, P. L. 1961. *Synopsis of the Medusa of the world*. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 40: 1-469.
- Kitamura, M., Y. Tanaka & T. Ishimaru. 2003. Coarse scale distributions and community structure of hydromedusae related to water mass structures in two locations of Japanese waters in early summer. *Plankton Biology and Ecology* 50: 43-54.
- Larson, R., C. Mills y R. Harbison. 1989. *In Situ* Foraging and Feeding Behaviour of Narcomedusae (Cnidaria: Hydrozoa). *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 69: 785-794.

- Loman-Ramos, L., U. Ordóñez-López y L. Segura-Puertas. 2007. Variación espacial de la comunidad de medusas (Cnidaria) del sur del Golfo de México, durante otoño de 1999. *Hidrobiológica* 17: 203-212.
- Martell-Hernández, L. F., A. Ocaña-Luna y M. Sánchez-Ramírez. 2011. Seasonal occurrence of *Opechona pyriforme* metacercarie (Digenea: Lepocreadiidae) in *Eirene tenuis* medusae (Hydrozoa: Leptothecata) from a hypersaline lagoon in the western Gulf of Mexico. *Journal of Parasitology* 97: 68-71.
- Mayer, G. A. 1910. *Medusae of the World. Volume I, II. The Hydromedusae*. Carnegie Institution of Washington, Washington, United States of America. 498 p.
- Mendoza-Becerril, M. A., A. Ocaña-Luna, M. Sánchez-Ramírez y L. Segura-Puertas. 2009. Primer registro de *Phialella quadrata* y ampliación del límite de distribución de ocho especies de hidromedusas (Hydrozoa) en el Océano Atlántico Occidental. *Hidrobiológica* 19: 257-267.
- Mianzan, H., D. Sorraín, J. W. Burnett y L. L. Lutz. 2000. Mucocutaneous Junctional and Flexural Paresthesias caused by the Holoplanktonic Trachymedusa *Liriope tetraphylla*. *Dermatology* 201: 46-48.
- Mills, C. E. 2001. Jellyfish blooms: are populations increasing globally in response to changing ocean conditions? *Hydrobiologia* 451: 55-68.
- Molinero, J., M. Casini y E. Buecher. 2008. The influence of the Atlantic and regional climate variability on the long-term changes in gelatinous carnivore populations in the northwestern Mediterranean. *Limnology and Oceanography* 53: 1456-1467.

- Ogbeibu, A. E y B. J. Oribhabor. 2011. Environmental Factors Influencing the Distribution of Marine Zooplankton in Buguma Creek, Niger Delta, Nigeria. *International Journal of Ecology and Environmental Sciences* 37: 27-36.
- Palma, S. y P. Apablaza. 2004. Abundancia estacional y distribución vertical del zooplancton gelatinoso carnívoro en un área de surgencia en el norte del Sistema de la Corriente de Humboldt. *Investigaciones Marinas* 32: 49-70.
- Palma, S., P. Apablaza y N. Silva. 2007. Hydromedusae (Cnidaria) of the Chilean southern channels (from the Corcovado Gulf to the Pulluche-Chacabuco Channels). *Scientia Marina* 71: 65-74.
- Pavez, M., M. Landaeta, L. Castro y W. Schneider. 2010. Distribution of carnivorous gelatinous zooplankton in the upwelling zone off central Chile (austral spring 2001). *Journal of Plankton Research* 32: 1051-1065.
- Persad, G., R. Hopcroft, M. Webber y J. Roff. 2003. Abundance, biomass and production of ctenophores and medusae off Kingston, Jamaica. *Bulletin of Marine Science* 73: 379-396.
- Purcell, J. E. 1997. Pelagic cnidarians and ctenophores as predators: Selective predation, feeding rates and effects on prey populations. *Annals Institute Oceanography of Paris* 73: 125-137.
- Purcell, J. E. y M. N. Arai. 2001. Interactions of pelagic cnidarians and ctenophores with fish: a review. *Hydrobiologia* 451: 27-44.
- Purcell, J. E., S. Uye y W. T. Lo. 2007. Anthropogenic causes of jellyfish blooms and their direct consequences for humans: a review. *Marine Ecology Progress Series* 350: 153-174.

- Raskoff, K. A. 2001. The impact of El Niño events on populations of mesopelagic hydromedusae. *Hydrobiologia* 451: 121-129.
- Rodríguez M. C y M. R. Palacio. 1996. Alteraciones en la productividad de Tamiahua, Veracruz, por cambios hidrodinámicos y desarrollo industrial. *Oceanología* 1: 145-153.
- Rusell, F. 1953. The medusae of the British Isles. Anthomedusae, Leptomedusae, Limnomedusae, Trachymedusae and Narcomedusae. University Press 2: 284-529.
- Santhakumari, V. 1993. A study of medusae from Andaman and Nicobar waters. *Journal Zoological Society of Kerala* 3: 37-43.
- Segura-Puertas, L. 1984. Morfología, sistemática y zoogeografía de las medusas (Cnidaria, Hydrozoa y Scyphozoa) del Pacífico Tropical Oriental. *Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México, Publicación especial* 8: 1-320.
- Segura-Puertas, L. y M. Damas-Romero. 1997. Variación estacional de la comunidad de medusas (Cnidaria) en la Laguna Bojórquez, Cancún, México. *Hidrobiológica* 7: 59-64.
- Segura-Puertas, L., E. Suárez-Morales y L. Celis. 2003. A checklist of the Medusae (Hydrozoa, Scyphozoa and Cubozoa). *Zootaxa* 194: 1-15.
- Segura-Puertas, L., L. Celis y L. Chiaverano. 2009. Medusozoans (Cnidaria: Cubozoa, Scyphozoa and Hydrozoa) of the Gulf of Mexico. *Gulf of Mexico. Origin, waters and Biota* 1: 369-380.

- Segura-Puertas, L., C. Franco-Gordo, E. Suárez-Morales, R. Gasca y E. Godínez-Domínguez. 2010. Summer composition and distribution of the jellyfish (Cnidaria: Medusozoa) in the shelf area off the central Mexican Pacific. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 81: 103-112.
- Signoret-Poillon, M. 1969 (a). Contribución al conocimiento de las medusas de las lagunas de Tamiahua y Alvarado, Ver. México. Tesis Profesional. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. 64 p.
- Signoret-Poillon, M. 1969 (b). Distribución y abundancia de *Bougainvillia niobe* (Anthomedusae) en la Laguna de Tamiahua, Ver., México. En: Carranza, J. 1972. Memorias IV Congreso Nacional de Oceanografía. 17-19 noviembre de 1969. México, D. F. 1: 223-247.
- Soares, G. 1978. A preliminary laboratory study on the salinity and temperature tolerances of some medusae from the São Paulo Coast, Brazil. *Boletim do Instituto Oceanográfico, Sao Paulo* 27: 45-55.
- Suárez-Morales, E., R. Gasca, L. Segura-Puertas y D. C. Biggs. 2002. Planktonic cnidarians in a cold-core ring in the Gulf of Mexico. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Zoología* 73: 19-36.
- Vannucci, M. 1959. On Brazilian hydromedusae and their distribution in relation to different water masses. *National Research Council of Brazil Boletim do Instituto Oceanográfico* 8: 23-104.
- Vannucci, M. y D. Navas. 1973. Patterns of distribution of Arabian Sea hydromedusae. *Marine Biological Association of India* 340: 109-121.

Villalobos, A., S. Gómez, V. Arenas, A. Reséndez y G. de la Lanza. 1976. Estudios hidrobiológicos en la Laguna de Tamiahua. *Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural* 37: 139-180.

Villenas, F., D. Soto y S. Palma. 2009. Cambios interanuales en la biomasa y biodiversidad de zooplancton gelatinoso en aguas interiores de Chiloé, sur de Chile (primaveras 2004 y 2005). *Revista de Biología Marina y Oceanografía* 44: 309-324.